

08.12.2003

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 24 DEC 2003

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 54 229.5

Anmeldetag: 20. November 2002

Anmelder/Inhaber: P.A.L.M. Microlaser Technologies AG,
Bernried, Starnberger See/DE

Bezeichnung: Positioniervorrichtung zum Positionieren eines
Positionierobjekts

IPC: G 05 D 3/10

BEST AVAILABLE COPY

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag



Positioniervorrichtung zum Positionieren eines Positionierobjekts

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Positioniervorrichtung zum Positionieren eines Positionierobjekts. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Positioniervorrichtung zum zumindest zweidimensionalen Positionieren bzw. Verstellen eines Positionierobjekts in einer Ebene. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung insbesondere eine in einem Laser-Mikroskop-System, z.B. einem Laser-Mikrodissektionssystem, Laser-Mikroinjektionssystem, Laser-Mikromanipulatorsystem oder dergleichen, einsetzbare und automatisierbare Positioniervorrichtung, um eine entsprechende Komponente davon, wie beispielsweise eine Auffangvorrichtung zum Auffangen von mittels Laserbestrahlung aus einem Bearbeitungsmaterial, insbesondere einem biologischen Präparat, herausgelösten Objekten, insbesondere biologischen Objekten, oder einen so genannten Manipulator zu positionieren. Darüber hinaus ist die vorliegende Erfindung beispielsweise auch zum Positionieren eines Mikroskoptisches eines derartigen Laser-Mikrodissektionssystems etc. geeignet.

Mit Hilfe von Laser-Mikrodissektionssystemen können beispielsweise aus biologischen Präparaten einzelne biologische Objekte mittels Laserbestrahlung gezielt von der umgebenden biologischen Masse abgetrennt und von geeigneten Behältern, wie z.B. Eppendorf-Behältern bzw. Kappen davon, Mikrotiter-Platten etc., zur Aufbewahrung oder weiteren Verarbeitung bzw. Analyse aufgefangen werden.

In der WO 97/29355 der Anmelderin wurde diesbezüglich ein Laser-Mikrodissektionssystem vorgeschlagen, bei dem ein mittels Laserbestrahlung aus einem auf einem Objektträger oder einer Trägermembran befindlichen Präparat abgetrenntes biologisches Objekt durch Setzen eines Laser-Schusses auf das entsprechende biologische Objekt in einen Auffangbehälter der zuvor beschriebenen Art katapultiert wird. Bei inversen Systemen erfolgt dabei die Laserbestrahlung von unten, so dass das damit bestrahlte biologische Objekt nach oben in den oberhalb des Präparats befindlichen Auffangbehälter befördert wird, während bei aufrechten Systemen die Laserbestrahlung von oben erfolgt und sich der Auffangbehälter unterhalb des Präparats befindet.

Zur exakten Positionierung derartiger Auffangbehälter sind insbesondere manuell betätigbare Positioniervorrichtungen bekannt, welche die Nutzung und Positionierung von einzelnen Kappen (Einfach-"Caps"), einzelnen Eppendorf-Behältern (Eppendorf-"Tubes") oder Streifen mit mehreren Kappen erlauben. Die Ansteuerung erfolgt dabei über eine

separate Steuereinheit mit Joystick, wobei keine Integration in die eigentliche Steuersoftware des Laser-Mikrodissektionssystems vorgesehen ist. Der Bewegungsbereich und die Positioniergenauigkeit sind beschränkt. Das gilt in ähnlicher Weise für Stabilität, Belastbarkeit und Standzeit. Während die Positionierung des jeweiligen Auffangbehälters bzw. der jeweiligen Auffangvorrichtung, d.h. des Positionierobjekts, in der horizontalen Ebene, d.h. in x- und y-Richtung, über Motorantrieb möglich ist, kann das Anheben und Absenken in z-Richtung nur durch manuelles Verstellen erfolgen. Aufgrund der zuvor beschriebenen Eigenschaften sind die herkömmlichen Positioniervorrichtungen für zukünftige Entwicklungen nicht mehr ausreichend.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine neuartige Positioniervorrichtung bereitzustellen, mit welcher einerseits eine möglichst exakte Positionierung eines zu positionierenden Positionierobjekts und andererseits eine vollautomatische Ansteuerung der Positioniervorrichtung durch Integration in eine Steuersoftware möglich ist. Dabei soll die Positioniervorrichtung zudem möglichst einfach, leicht und Platz sparend aufgebaut sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Positioniervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche definieren jeweils bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß erfolgt die Positionierung entlang zumindest zweier Achsen, wobei ein vorzugsweise in Form eines Schlittens ausgestaltetes erstes Verstellteil über einen ersten Zugantrieb entlang einer ersten Halterung und somit entlang einer ersten Achse bewegt werden kann. Mit dem ersten Verstellteil ist eine sich entlang der zweiten Achse erstreckende zweite Halterung gekoppelt, welche somit zusammen mit dem ersten Verstellteil über den ersten Zugantrieb bewegt wird. Ein ebenfalls vorzugsweise in Form eines Schlittens ausgestaltetes zweites Verstellteil kann über einen zweiten Zugantrieb entlang der zweiten Halterung und somit entlang der zweiten Achse verstellt werden. An diesem zweiten Verstellteil ist das zu positionierende Positionierobjekt, beispielsweise ein Auffangbehälter der zuvor beschriebenen Art, anzubringen, so dass mit Hilfe der beiden Bandantriebe eine exakte Positionierung in der x-/y-Ebene möglich ist.

Vorteilhafterweise ist der erste und zweite Zugantrieb jeweils in Form eines Bandantriebs ausgestaltet. Selbstverständlich können jedoch auch andere Zugantriebe, insbesondere Zugantriebe mit länglichen, flexiblen Zugelementen, wie z.B. Seil- oder Riemenantriebe etc., eingesetzt werden.

Aufgrund der Verwendung von z.B. Seil- oder Bandantrieben kann die Positioniervorrichtung flach und Platz sparend sowie kostengünstig aufgebaut werden, was insbesondere für den Einsatz in Laser-Mikroskop-Systemen besonders vorteilhaft ist, da hier nur ein relativ geringer freier Bereich zwischen dem Mikroskoptisch und dem Kondensor des Mikroskops zur Verfügung steht, wodurch die maximal mögliche Bauhöhe der Positioniervorrichtung entsprechende beschränkt wird. Durch Verwendung von Schrittmotoren ist zudem eine einfache und exakte Positionierung möglich, da lediglich die Anzahl der Schritte der einzelnen Schrittmotoren gezählt werden muss. Demzufolge kann die Ansteuerung der Positioniervorrichtung auch einfach in eine Steuersoftware, beispielsweise eines Laser-Mikrodissektionssystems, eingebunden werden.

Neben der zuvor beschriebenen zweidimensionalen Positionierung kann die Positioniervorrichtung auch um einen Zugantrieb (vorzugsweise Band- oder Riemenantrieb) zum Verstellen entlang einer dritten Achse (z-Achse) erweitert werden, so dass zudem ein vollautomatisches Anheben und Absenken des Positionierobjekts möglich ist, was somit ein vollautomatisches Bestücken der Positioniervorrichtung mit verschiedenen Positionierobjekten erleichtert.

Der Verlauf der vorzugsweise flexiblen Zugelemente (insbesondere Bänder) der zuvor erläuterten Zugantriebe ist insbesondere derart, dass sich eine Verstellung entlang der einen Achse nicht auf die Position in Bezug auf die andere Achse auswirkt. Die Antriebsmotoren der beiden Zugantriebe sind vorzugsweise beide in der oben erwähnten ersten Halterung, insbesondere im Bereich der z-Achse, untergebracht, so dass insbesondere über die zweite Achse (y-Achse) kein Kabel für die automatische Positionierung entlang dieser Achse geschleppt werden muss. In diesem Fall werden die beiden Antriebsmotoren bei Verstellung der Positioniervorrichtung in z-Richtung mit nach oben bzw. nach unten bewegt, was jedoch unproblematisch ist.

Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in Laser-Mikroskop-Systemen der zuvor beschriebenen Art, um beispielsweise eine Auffangvorrichtung oder einen Auffangbehälter computergestützt und exakt zu positionieren. Selbstverständlich ist jedoch die vorliegende Erfindung nicht auf diesen bevorzugten Anwendungsbereich beschränkt, sondern kann grundsätzlich überall dort eingesetzt werden, wo eine exakte Positionierung eines im Prinzip beliebigen Positionierobjekts zumindest in einer Ebene, d.h. zweidimensional entlang von zwei Achsen, oder auch entlang von drei Achsen gewünscht ist. Insbesondere eignet sich die vorliegende Erfindung auch zum Positionieren und Verfahren eines Mikroskoptisches, beispielsweise wiederum in Laser-Mikroskop-Systemen,

da auch hier eine möglichst exakte computergestützte Positionierung bei gleichzeitig einfacher, kostengünstiger und Platz sparender Bauweise gefordert ist. Bei Laser-Mikroskop-Systemen wird vom Mikroskoptisch das zu bearbeitende Präparat gehalten, wobei durch eine Relativbewegung zwischen dem Laserstrahl und dem Mikroskoptisch ein selektiertes Objekt angefahren und mit dem Laserstrahl bearbeitet, beispielsweise ausgeschnitten und/oder herauskatapultiert, wird.

Die Erfindung wird nachfolgend näher unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels erläutert.

Fig. 1 zeigt in einer perspektivischen Ansicht den grundsätzlichen Aufbau einer Positioniervorrichtung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung eines Bandantriebs der Positioniervorrichtung für eine Verstellung entlang der x-Achse, und

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung eines Bandantriebs der Positioniervorrichtung für eine Verstellung entlang der y-Achse.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Positioniervorrichtung handelt es sich um einen 3-Achsen-Roboter, der von drei Schrittmotoren angetrieben wird, um ein Positionierobjekt 9 in x-Richtung, y-Richtung und z-Richtung automatisch und exakt zu positionieren. Als Positionierobjekt 9 ist in Fig. 1 eine Mikrotiter-Platte ("Well Plate") mit mehreren an ihrer Unterseite ausgebildeten Vertiefungen 10 ("Wells") dargestellt, so dass beispielsweise bei Einsatz in einem inversen Laser-Mikrodissektionssystem aus einem unter der Mikrotiter-Platte 9 befindlichen Präparat einzelne biologische Objekte herausgelöst und mittels Laserbestrahlung in die Vertiefungen 10 der Mikrotiter-Platte 9 befördert werden können. Durch entsprechende Auslegung der Computersteuerung bzw. Steuersoftware des computergestützten Laser-Mikrodissektionssystems ist es dabei möglich, die herausgelösten biologischen Objekte sowohl einzeln als auch gruppenweise in den Vertiefungen 10 der Mikrotiter-Platte 9 zu sammeln. Dabei muss jedoch die Mikrotiter-Platte 9 jeweils mit der gewünschten Vertiefung exakt über dem herauszulösenden biologischen Objekt positioniert werden, wozu die in Fig. 1 gezeigte Positioniervorrichtung dient.

Selbstverständlich können bei Einsatz in Laser-Mikrodissektionssystemen auch beliebige andere Auffangvorrichtungen, wie z.B. einzelnen Kappen von Eppendorf-Behältern, die

Röhren ("Tubes") der Eppendorf-Behälter selbst, Streifen oder matrixartige Anordnungen ("Arrays") derartiger Kappen oder Röhren, ciphergene Chips, Wafer etc. verwendet werden.

Die in Fig. 1 gezeigte Positioniervorrichtung besitzt eine aufrecht entlang der z-Achse verlaufende Halterung 1, wobei eine dazu senkrecht, d.h. entlang der x-Achse, verlaufende weitere Halterung 4 (oder ein Arm) relativ zu der Halterung 1 verschiebbar angeordnet ist. In Fig. 1 ist diesbezüglich als Beispiel eine Basis 3 der Halterung 4 in einer länglichen Vertiefung 2 der Halterung 1 verschiebbar gelagert.

Zu Ansteuerung der Positioniervorrichtung ist in Fig. 1 eine Steuerung 43 des Laser-Mikrodissektionssystems angedeutet, wobei es sich hierbei insbesondere um eine Softwaresteuerung des computergestützten Laser-Mikrodissektionssystems handelt. Mit Hilfe der Steuerung 43 kann durch geeignete Ansteuerung der (in Fig. 1 nicht gezeigten) Antriebsmotoren für die x-Achse, y-Achse und z-Achse das Positionierobjekt 9 entlang aller drei Achsen automatisch und exakt positioniert werden. Des Weiteren können von einem Benutzer zuvor ausgewählte und abgespeicherte Positionen (insbesondere in Bezug auf die x-Achse und die y-Achse) automatisch angefahren werden. Selbstverständlich ist auch eine Erweiterung der Positioniervorrichtung für eine manuelle Bedienung mit Hilfe von Stellknöpfen oder eine Ansteuerung mit Hilfe der Computermouse des entsprechenden Laser-Mikrodissektionssystems denkbar.

Auf der Halterung 4 ist ein Schlitten 5 verschiebbar gelagert, welcher über einen (in Fig. 1 nicht gezeigten) Bandantrieb entlang der x-Achse verstellt werden kann.

An diesem Schlitten 5 befindet sich eine dazu senkrecht angeordnete weitere Halterung 6 (oder ein weiterer Arm), welche sich somit in y-Richtung erstreckt. Auf dieser Halterung 6 ist ein weiterer Schlitten 7 verschiebbar gelagert, welcher über einen (in Fig. 1 wiederum nicht gezeigten) weiteren Bandantrieb entlang der y-Achse verstellt werden kann. An dem Schlitten 7 ist vorzugsweise lösbar und austauschbar das jeweils gewünschte Positionierobjekt 9 mit einer geeigneten Positionierobjekt-Halterung 8 anzubringen.

Dabei kann für jedes verwendbare Positionierobjekt 9 eine eigene Positionierobjekt-Halterung 8 vorgesehen sein, welche z.B. mittels einer geeigneten Verriegelung in den Schlitten 7 eingeklinkt wird. Vorzugsweise ist dabei jede Positionierobjekt-Halterung 8 mit einer Codierung versehen, welche es dem Laser-Mikroskop-System bzw. der Steuerung 43 ermöglicht, automatisch das jeweils verwendete Positionierobjekt 9 zu erkennen. Diesbezüglich ist beispielsweise eine optische Codierung denkbar, wobei bei Einsatz der

jeweiligen Positionierobjekt-Halterung 8 in den Schlitten 7 Lichtschranken eine codierte Lochblende in der Positionierobjekt-Halterung 8 abtasten. Ebenso ist der Einsatz eines Barcodescanners oder eines Transpondersystems etc. möglich. Durch die automatische Erkennung des jeweiligen Positionierobjekts 9 werden Verwechslungen ausgeschlossen und die Bedienersicherheit steigt.

Die verschiedenen Positionierobjekt-Halterungen 8 sind darüber hinaus vorzugsweise so ausgeführt, dass eine Referenzierung der Halterposition insbesondere bezüglich der x-Achse und der y-Achse möglich ist. Denkbar sind diesbezüglich beispielsweise magnetische Näherungsschalter bei Inkrementalgebern oder auch Lichtschranken oder externe Hallensensoren, um für jede Positionierobjekt-Halterung 8 automatisch die jeweilige Referenzposition ermitteln und nach Einsetzen der Positionierobjekt-Halterung 8 diese automatisch in die Referenzposition fahren zu können.

Das Laser-Mikrodissektionssystem kann auch mit einer automatischen Probenerkennung ausgestattet sein, da für das Datenmanagement und die Qualitätskontrolle eine eindeutige Zuordnung von Proben zu den gewonnenen Dissektaten sowie anderen Daten wünschenswert ist. Eine derartige automatische Probenerkennung kann beispielsweise durch einen Barcodescanner oder auch durch Einscannen eines Barcodes durch die ohnehin in dem Laser-Mikrodissektionssystem vorhandene CCD-Kamera mittels einer geeigneten Bildanalysesoftware erfolgen. Ebenso ist der Einsatz eines Transpondersystems oder dergleichen denkbar. Bei Einsatz einer mit dem Laser-Mikrodissektionssystem zu bearbeitenden neuen Probe wird die Probenerkennung automatisch aktiviert und durchgeführt.

Nachfolgend soll näher auf den Antrieb der Positioniervorrichtung entlang der drei Achsen eingegangen werden.

Die Führung sämtlicher Achsen erfolgt über die vorgespannten Schlitten 3, 5, 7, wobei diese Schlitten jeweils vom so genannten Kugelumläuftyp sein können, in x-Richtung und z-Richtung doppelreihig in O-Anordnung und somit besonders laststeif und in y-Richtung einreihig und somit besonders flach. Falls erforderlich, kann die x-Achse bzw. die Halterung 4 mit einer weiteren Führung zur Kompensation der Kippmomente der Halterung 6 ausgestattet sein.

Bei der in Fig. 1 gezeigten Positioniervorrichtung ist lediglich eine einseitige z-Achsen-Halterung 1 vorgesehen, wobei sämtliche Antriebe bzw. Antriebsmotoren vorteilhaft im

Bereich dieser z-Achse zusammengefasst sind. Insbesondere sind die Antriebsmotoren für den Bandantrieb der x-Achse und den Bandantrieb der y-Achse im Bereich der Basis 3 der x-Achsen-Halterung 4 vorgesehen und werden somit bei Verstellung der Positioniervorrichtung entlang der z-Achse ebenfalls entlang der z-Achse bewegt. Grundsätzlich ist jedoch auch abhängig von den jeweils vorhandenen Platzverhältnissen eine zweiseitige Ausführung der z-Achsen-Halterung denkbar, um die x-Achsen-Halterung 4 beidseitig abzustützen und zu führen.

Die Verstellung der Halterung 4 entlang der Halterung 1, d.h. in z-Richtung, erfolgt beispielsweise über einen (nicht gezeigten) Spindelantrieb. Dabei ist eine sich in Längsrichtung der Halterung 1 erstreckende Spindel nicht rotierend zwischen Federn oder federnde Druckstücke eingespannt, wobei die neutrale Lage der Spindel über einen Schalter oder eine Lichtschranke von der Steuerung 43 abgefragt wird. Die Federn sind so abgestimmt, dass mit üblicher Last (Eigengewicht plus Gewicht der Halterungen 4, 6 und der Schlitten 5, 7 plus Gewicht des Positionierobjekts 9 einschließlich Halterung 8) die Neutrallage eingehalten wird. Bei Verlassen der Neutrallage infolge Überlast oder Kollision ändert der Schalter bzw. die Lichtschranke seinen bzw. ihren Schaltzustand, um diesen Fehler anzuzeigen. Der Restfederweg der beiden Federn oder Druckstücke reicht aus, um den Antrieb dann abzustoppen. Nachdem die Spindel nicht rotierend gelagert ist, erfolgt die Verstellung der Halterung 4 über eine auf die Spindel aufgesetzte Mutter, welche mit der Halterung 4 über eine Zahnriemenscheibe gekoppelt ist. Die Mutter wird wiederum von einem Schrittmotor per Riemenantrieb angetrieben.

Soweit dies nicht durch die Steifigkeit der Konstruktion der Positioniervorrichtung alleine erzielt werden kann, können durch Zusatzmassen oder aktive Dämpfungselemente insbesondere von außen hervorgerufene Schwingungen, welche beispielsweise durch andere Geräte oder dergleichen angeregt werden, unterdrückt werden.

Der für die Verstellung des Positionierobjekts 9 entlang der x-Achse vorgesehene Bandantrieb ist schematisch in Fig. 2 dargestellt.

Ein ca. 3mm breites und ca. 0,1mm dickes Band 12 aus einem Kunststoffmaterial (z.B. Nylon oder dergleichen), wird durch eine mit dem entsprechenden Schrittmotor gekoppelte Reibwelle 11 mit einer Andruckrolle 15 angetrieben. Die Andruckrolle 15 ist an einem mit Hilfe einer Feder 16 vorgespannten Hebel gelagert. Die Führung des Bands 12 erfolgt mit Hilfe von Umlenkrollen 14 derart, dass der Schlitten 5 in x-Richtung entlang der Halterung 4 bewegt werden kann. Hierzu ist das Band 12 mit seinem einen Ende 17 fest und mit seinem

anderen Ende 18 über eine axiale Feder zwecks Vorspannung an den beiden Längsenden des Schlittens 5 befestigt. Die Befestigung kann jeweils beispielsweise mit Hilfe einer Schlaufe, die um einen runden Stift gelegt und durch formschlüssige Klemmbacken geklemmt wird, erfolgen. Wie in Fig. 2 gezeigt ist, verläuft das Band 12 derart, dass es ausgehend von dem Ende 17 zunächst in Längsrichtung der Halterung 4 zu dem Endabschnitt im Bereich der Basis 3 (vgl. Fig. 1) geführt ist, wo sich die Antriebsmotoren für die x-Achse und die y-Achse befinden. Ausgehend von diesem Endabschnitt ist das Band 12 zu dem entgegengesetzten Endabschnitt der Halterung 4 und von dort zu dem Ende 18 geführt. Die Umlenkrollen können beispielsweise ballig geschliffen sein und über eine Gummiauflage für das Band 12 verfügen.

Da eine schlupflose Fertigung des Bandantriebs problematisch ist, kommt vorzugsweise eine aktive Lage- oder Positionsregelung des Schlittens 5 (sowie des Schlittens 7) zur Anwendung. Hierzu können im Prinzip beliebige Positionssensoren wie Inkrementalgeber etc. eingesetzt werden, welche eine Rückmeldung über die augenblickliche Lage des jeweiligen Schlittens an die Steuerung 43 erlauben. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von Linearpotentiometern 41, 42, die über zwei Leiterbahnen verfügen, wobei die eine Leiterbahn zum Abgleich und die andere Leiterbahn zur Rückführung eines die Ist-Position anzeigenden Signals an die Steuerung 43 dient. Die Linearpotentiometer 41, 42 bzw. ihre Leiterbahnen verlaufen dabei in Längsrichtung der jeweiligen Halterung 4 bzw. 6, wobei die Schleifer für die entsprechenden beiden Leiterbahnen an dem jeweiligen Schlitten 5 bzw. 7 angebracht sind. Gegenüber Inkrementalgebern sind Linearpotentiometer deutlich billiger und Platz sparender. Darüber hinaus sind Linearpotentiometer sehr unempfindlich gegenüber Führungsabweichungen, da die Abnehmer federbelastet arbeiten. Die elektrischen Anschlüsse befinden sich jeweils am festen Teil, d.h. an den an der Halterung 4 bzw. an der Halterung 6 befestigten Leiterbahnen, so dass entsprechende Anschlusskabel nicht geschleppt werden müssen. Insbesondere ist keinerlei Schleppkabel in der y-Achse vorhanden, was einen deutlich einfacheren und kompakteren Aufbau ermöglicht. Da Linearpotentiometer absolut arbeiten, können gegebenenfalls Referenzierungen entfallen. Des Weiteren können zur Endlageerkennung entlang der x-Achse und der y-Achse Software-Endschalter programmiert werden, da die absolute Position der Schlitten 5 und 7 immer sicher erkannt wird.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass es im Prinzip ausreichend ist, lediglich die bandgetriebenen x- und y-Achsen mit derartigen Positionssensoren zu versehen, während die spindelgetriebene z-Achse unter Umständen

ungeregelt bleiben kann, d.h. keine Positionsrückmeldung an die Steuerung 43 erforderlich ist. In der Regel ist die Bewegung entlang der z-Achse vergleichsmäßig gering.

Der für die Verstellung des Schlittens 7 und demzufolge für die Positionierung des Positionierobjekts 9 in y-Richtung vorgesehene Bandantrieb ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Die Ebene, in welcher dieser Bandantrieb verläuft, ist lediglich geringfügig in z-Richtung von der Ebene, in welcher der Bandantrieb für die x-Achse verläuft, beabstandet.

Der für die Verstellung des Positionierobjekts 9 entlang der y-Achse vorgesehene Bandantrieb umfasst ein Band 22, welches ähnlich zu dem Band 12 ist und durch eine mit dem entsprechenden Schrittmotor gekoppelte Reibwelle 21 mit einer Andruckrolle 39 angetrieben wird. Die Andruckrolle 39 ist an einem mit Hilfe einer Feder 40 vorgespannten Hebel gelagert. Ein Ende des Bandes 22 ist fest an einem Endabschnitt der Halterung 4 im Bereich der in Fig. 1 gezeigten Basis 3 befestigt, während das andere Ende 38 am entgegengesetzten Endabschnitt der Halterung zur federnden Vorspannung über eine Axialfeder 37 befestigt ist. Dazwischen ist das Band 22 über Umlenkrollen 24-36 von der Halterung 4 über den Schlitten 5 entlang der Halterung 6 und zurück derart geführt, dass eine Bewegung des Schlittens 5 in x-Richtung keinerlei Einfluss auf die Position des Positionierobjekts 9 in y-Richtung oder eine Bewegung des Schlittens 7 in y-Richtung keinerlei Einfluss auf die Position des Positionierobjekts 9 in x-Richtung hat.

Von den in Fig. 3 gezeigten Umlenkrollen sind die Umlenkrollen 24, 29, 34 und 36 am Schlitten 5 angebracht und werden demzufolge mit dem Schlitten 5 entlang der x-Achse mitbewegt, während die Umlenkrollen 30-33 ortsfest an der Halterung 4 angebracht sind. Des Weiteren sind die Umlenkrollen 25, 26 und 28 an der entlang der y-Achse verlaufenden Halterung 6 angebracht, während die Umlenkrollen 27 und 35 mit dem Schlitten 7 gekoppelt bzw. daran angebracht sind.

Auf diese Weise wird das Band 22 ausgehend von dem Ende 23 somit über den Schlitten 5 (Umlenkrolle 24) zunächst zu dem äußeren Ende der Halterung 6 (Umlenkrollen 25, 26) und dann zu der an dem Schlitten 7 angebrachten Umlenkrolle 27 geführt. Von dieser verläuft das Band 22 über die Umlenkrolle 28 zurück zu dem Schlitten 5 (Umlenkrolle 29), wobei anschließend mit Hilfe der Umlenkrollen 30-33 die Laufrichtung des Bandes 22 in der Halterung 4 umgekehrt wird, um das Band 22 wieder über den Schlitten 5 (Umlenkrolle 34) entlang der Halterung 6 zu der an dem Schlitten 7 angebrachten Umlenkrolle 35 zu führen. Die Umlenkrollen 30-33 können wie in Fig. 3 gezeigt jeweils paarweise an den beiden Längsenden der Halterung 4 angeordnet sein. Von der Umlenkrolle 35 ist das Band wieder

entlang der Halterung 6 zurück zu dem Schlitten 5 geführt (Umlenkrolle 36) und schließlich wie beschrieben und in Fig. 3 gezeigt am äußeren Ende der Halterung 4 befestigt.

5 Durch die zuvor beschriebene Ausgestaltung der beiden Bandantriebe kann ein Mitführen der Antriebsmotoren auf der x-Achse und der y-Achse und damit das Schleppen entsprechender Kabel entlang dieser Achsen vermieden werden. Im Prinzip ist bei der dargestellten Positioniervorrichtung das von dem Positionssensor für die y-Achse stammende Kabel (d.h. das von der Piste des entsprechenden Linearpotentiometers 42 stammende Kabel) das einzige über die x-Achse zu schleppende Kabel, welches jedoch
10 einfach über eine Miniaturschleppkette parallel zur x-Achse zu der Basis 3 bzw. der Halterung 1 geführt und dort mit den Kabeln der Antriebsmotoren bzw. den Kabeln möglicherweise zusätzlich vorgesehener Sensoren, welche nachfolgend näher erläutert werden, zusammengefasst werden kann.

15 Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass im Prinzip anstelle der zuvor beschriebenen Schrittmotoren zumindest für die x-Achse und die y-Achse auch Gleichstrommotoren verwendet werden können, da aufgrund der Positionsmessung ohnehin eine Rückmeldung über die augenblickliche Position der Schlitten 5 und 7 vorhanden ist, so dass die Gleichstrommotoren mit dieser Rückmeldung als Servomotoren betrieben werden
20 können.

Zur Überlastsicherung sollte für die einzelnen Achsen der Positioniervorrichtung eine entsprechende Überlastdetektion vorgesehen sein, wobei bei Erfassen eines Überlastfalls der entsprechende Antriebsmotor von der Steuerung 43 automatisch abgeschaltet wird. Die Überlastsicherung für die z-Achse wurde bereits zuvor erläutert. Für die x-Achse und die y-Achse können separate Überlastsicherungen vorgesehen sein, welche vorzugsweise nicht durch Schalter, sondern softwaremäßig in Form der Steuerung 43 durch Vergleich der jeweiligen Motordrehzahl mit der tatsächlichen Positionsveränderung entlang der jeweiligen Achse realisiert ist. Bei Überschreiten eines maximalen Werts für den Schlupf des
30 Reibantriebs wird abgeschaltet und eine entsprechende Warnmeldung ausgegeben.

Nachdem sämtliche Achsen der Positioniervorrichtung vorzugsweise mit einer Überlastsicherung ausgestattet und die Geschwindigkeiten und bewegten Massen bei einem Einsatz in einem Laser-Mikrodissektionssystem relativ gering sind, kann gegebenenfalls auf
35 Endschalter zum Erkennen des Überschreitens einer Endlageposition an den jeweiligen Achsen verzichtet werden. Vorteilhafterweise sollte jedoch eine softwaremäßig realisierte

Endlageerkennung in die Steuerung implementiert sein, welche bei einer Annäherung an die Endlagen eine Warnung ausgibt.

5 Darüber hinaus können – wie bereits zuvor angedeutet worden ist - allen Achsen der Positioniervorrichtung Referenzmarken zugewiesen sein, welche durch an der jeweiligen Achse angebrachte (nicht dargestellte) (Gabel-) Lichtschranken realisiert sein können. Ebenso ist diesbezüglich der Einsatz von Inkrementalgebern bei magnetischen Näherungsschaltern, Hallsensoren etc. denkbar. Mit Hilfe dieser Referenzmarken können mit und ohne Positionierobjekt Nullpositionen definiert werden, welche als Grundlage für die nachfolgenden Positioniervorgänge dienen, wozu Referenzfahrten entlang der drei Achsen durchgeführt werden, um jeweils festzustellen, bei welchem Verstellweg ein bestimmtes Element des jeweiligen Schlittens 3, 5 bzw. 6 oder des jeweiligen Positionierobjekts 9 bzw. dessen Halterung 8 die jeweilige Referenzmarke passiert.

PATENTANSPRÜCHE

1. Positioniervorrichtung zum Positionieren eines Positionierobjekts;
mit einer sich entlang einer ersten Achse erstreckenden ersten Halterung (4),
5 mit einem mittels eines ersten Zugantriebs (11-18) entlang der ersten Halterung (4)
verstellbaren ersten Verstellteil (5), an dem eine sich entlang einer zweiten Achse
erstreckende zweite Halterung (6) angebracht ist, und
mit einem mittels eines zweiten Zugantriebs (21-40) entlang der zweiten Halterung (6)
verstellbaren zweiten Verstellteil (7), an dem ein in Bezug auf die erste Achse und die zweite
10 Achse zu positionierendes Positionierobjekt (9) anzubringen ist, so dass das
Positionierobjekt (9) durch Verstellen des ersten Verstellteils (5) entlang der ersten Achse
und durch Verstellen des zweiten Verstellteils (7) entlang der zweiten Achse positionierbar
ist.
- 15 2. Positioniervorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Halterung (6) derart an der ersten Halterung (4) angebracht ist, dass die
erste Achse und die zweite Achse zueinander senkrecht verlaufen.
- 20 3. Positioniervorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Verstellteil (5) ein an der ersten Halterung (4) mittels des ersten Zugantriebs
(11-18) verschiebbar gelagerter Schlitten ist.
4. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Verstellteil (7) ein an der zweiten Halterung (6) mittels des zweiten
Zugantriebs (21-40) verschiebbar gelagerter Schlitten ist.
- 30 5. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Zugantrieb (11-18) ein von ersten Antriebsmitteln (11) angetriebenes und von
ersten Führungsmitteln (14) entlang der ersten Halterung (4) geführtes erstes flexibles
Zugelement (12) aufweist, und
35 dass der zweite Zugantrieb (21-40) ein von zweiten Antriebsmitteln (21) angetriebenes und
von zweiten Führungsmitteln (24-36) in der ersten Halterung (4) und entlang der zweiten
Halterung (6) geführtes zweites flexibles Zugelement (22) aufweist.

6. Positioniervorrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Zugelement (12) und das zweite Zugelement (22) jeweils ein Band ist.

5

7. Positioniervorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Band (12) und das zweite Band (22) eine Breite von etwa 3mm besitzen.

10

8. Positioniervorrichtung nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Band (12) und das zweite Band (22) eine Dicke von etwa 0,1mm besitzen.

15

9. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 5-8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ersten Antriebsmittel einen ersten Antriebsmotor (11) und die zweiten Antriebsmittel einen zweiten Antriebsmotor (21) umfassen, wobei der erste Antriebsmotor und der zweite Antriebsmotor in der ersten Halterung (4) angeordnet sind.

20

10. Positioniervorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Antriebsmotor (11) und der zweite Antriebsmotor (21) Schrittmotoren sind.

11. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 5-10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Antriebsmittel und die zweiten Führungsmitteln (24-36) derart angeordnet sind, dass aufgrund des dadurch realisierten Verlaufs des zweiten Zugelements (22) eine Bewegung des ersten Verstellteils (5) keinen Einfluss auf die Position des zweiten Verstellteils (7) entlang der zweiten Achse hat.

30

12. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 5-11,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Zugelement (12) des ersten Zugantriebs (11-18) mit einem ersten Ende an einem ersten Ende (17) des ersten Verstellteils (5) und mit einem zweiten Ende an einem zweiten Ende (18) des ersten Verstellteils (5) gekoppelt ist, und
dass die ersten Führungsmittel (14) des ersten Zugantriebs (11-18) derart angeordnet sind, dass das erste Zugelement (12) von dem ersten Ende (17) des ersten Verstellteils (5)

35

entlang der ersten Halterung (4) zu einem ersten Längsendabschnitt der ersten Halterung (4) hin, von dort zu einem zweiten Längsendabschnitt der ersten Halterung (4) hin und von dort zu dem zweiten Ende des ersten Verstellteils (5) geführt ist.

- 5 13. Positioniervorrichtung nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das erste Zugelement (12) mit seinem ersten Ende oder mit seinem zweiten Ende
federn an dem ersten Verstellteil (5) angebracht ist.
- 10 14. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 5-13,
dadurch gekennzeichnet,
dass zweite Zugelement (22) mit einem ersten Ende (23) und mit einem zweiten Ende (38)
an der ersten Halterung (4) angebracht ist.
- 15 15. Positioniervorrichtung nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,
dass das zweite Zugelement (22) mit seinem ersten Ende oder mit seinem zweiten Ende
federn an der ersten Halterung (4) angebracht ist.
- 20 16. Positioniervorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweiten Führungsmittel (24-36) des zweiten Zugantriebs (21-40) derart angeordnet
sind, dass das zweite Zugelement (22) ausgehend von seinem ersten Ende (23) über das
erste Verstellteil (5) entlang der zweiten Halterung (6) zu einem ersten Ende des zweiten
Verstellteils (7), von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu einem zweiten Ende des
zweiten Verstellteils (7) und von dort entlang der zweiten Halterung (6) zurück zu dem ersten
Verstellteil (5) und zu seinem zweiten Ende (38) geführt ist.
- 30 17. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 14-16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweiten Führungsmittel (24-36) des zweiten Zugantriebs (21-40) derart angeordnet
sind, dass das zweite Zugelement (22) ausgehend von seinem ersten Ende (23) entlang der
ersten Halterung zu dem ersten Verstellteil (5), von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu
dem ersten Ende des zweiten Verstellteils (7), von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu
35 dem ersten Verstellteil (5) zurück, von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu dem zweiten
Ende des zweiten Verstellteils (7) und von dort entlang der zweiten Halterung (6) zurück zu
dem ersten Verstellteil (5) und zu seinem zweiten Ende (38) geführt ist.

18. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 14-17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweiten Führungsmittel (24-36) des zweiten Zugantriebs (21-40) derart angeordnet
5 sind, das zweite Zugelement (22) ausgehend von seinem ersten Ende (23) entlang der
ersten Halterung zu dem ersten Verstellteil (5), von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu
dem ersten Ende des zweiten Verstellteils (7), von dort entlang der zweiten Halterung (6) zu
dem ersten Verstellteil (5) zurück, von dort entlang der ersten Halterung (4) und entlang der
zweiten Halterung (6) zu dem zweiten Ende des zweiten Verstellteils (7) und von dort
10 entlang der zweiten Halterung (6) zurück zu dem ersten Verstellteil (5) und entlang der
ersten Halterung (4) zu seinem zweiten Ende (38) geführt ist.
19. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 14-18,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass das erste Ende (23) des zweiten Zugelements (22) an einem ersten Längsendabschnitt
der ersten Halterung (4) und das zweite Ende (38) des zweiten Zugelements (22) an einem
zweiten Längsendabschnitt der ersten Halterung (4) angebracht ist.
20. Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 5-19,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass die ersten Führungsmittel (14) des ersten Zugantriebs (11-18) und die zweiten
Führungsmittel (24-36) des zweiten Zugantriebs (21-40) Umlenkrollen umfassen.
21. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass Positionssensormittel (41, 42) zum Erfassen der Position des Positionierobjekts (9) in
Bezug auf die erste Achse und die zweite Achse vorgesehen sind.
22. Positioniervorrichtung nach Anspruch 21,
30 dadurch gekennzeichnet,
dass die Positionssensormittel ein mit dem ersten Verstellteil (5) gekoppeltes erstes
Potentiometer (41) und ein mit dem zweiten Verstellteil (7) gekoppeltes zweites
Potentiometer (42) umfassen.
- 35 23. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass eine sich entlang einer dritten Achse erstreckende dritte Halterung (1) vorgesehen ist, wobei die erste Halterung (4) mit dem ersten Verstellteil (5), der zweiten Halterung (6) und dem zweiten Verstellteil (7) sowie dem daran angebrachten Positionierobjekt (9) entlang der dritten Halterung (1) verstellbar ist.

5 24. Positioniervorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet,

dass zum Verstellen der ersten Halterung (4) entlang der dritten Halterung (1) ein Zugantrieb vorgesehen ist.

10 25. Positioniervorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet,

15 dass die dritte Halterung (1) eine Spindel umfasst, entlang welcher die dritte Halterung (1) verstellbar ist, wobei die erste Halterung (1) mit einer auf die Spindel aufgeschraubten Mutter gekoppelt ist, welche über den Zugantrieb drehbar ist, während die Spindel nicht drehbar in der dritten Halterung (1) angeordnet ist.

20 26. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass Endlagedetektionsmittel (43) zum Erfassen einer Endlage des ersten Verstellteils (5) in Bezug auf die erste Halterung (4) und einer Endlage des zweiten Verstellteils (7) in Bezug auf die zweite Halterung (6) vorgesehen sind.

27. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

30 dass Überlastdetektionsmittel (43) zum Erfassen einer Überbelast eines zum Verstellen des ersten Verstellteils (5) vorgesehenen ersten Antriebsmittels (11) und einer Überbelast eines zum Verstellen des zweiten Verstellteils (7) vorgesehenen zweiten Antriebsmittels (21) vorhanden sind.

28. Positioniervorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet,

35 dass die Überlastdetektionsmittel (43) derart ausgestaltet sind, dass sie eine Überlast durch Vergleich einer Drehzahl des ersten Antriebsmittels (11) mit einer Positionsänderung des ersten Verstellteils (5) bzw. durch Vergleich einer Drehzahl des zweiten Antriebsmittels (21) mit einer Positionsänderung des zweiten Verstellteils (7) erfassen.

29. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Steuermittel (43) zum automatischen Positionieren des Positionierobjekts (10) vorgesehen sind.

30. Positioniervorrichtung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermittel (43) derart ausgestaltet sind, dass sie das Positionierobjekt (10) automatisch in vorgegebene Positionen in Bezug auf die erste Achse und die zweite Achse verstellen.

31. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zugantrieb (11-18) ein erster Antrieb mit einem ersten flexiblen Zugelement (12) und der zweite Zugantrieb (21-40) ein zweiter Antrieb mit einem zweiten flexiblen Zugelement (22) ist.

32. Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zugantrieb (11-18) ein erster Bandantrieb und der zweite Zugantrieb (21-40) ein zweiter Bandantrieb ist.

33. Laser-Mikroskop-System mit einer Positioniervorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zum Positionieren einer Auffangvorrichtung (9), welche zum Auffangen von mittels Laserbestrahlung aus einem Bearbeitungsmaterial herausgelösten Objekten ausgestaltet ist.

34. Mikroskop mit einer Positioniervorrichtung nach einem der Ansprüche 1-32, wobei die Positioniervorrichtung zum Positionieren eines Mikrokoptisches des Mikroskops ausgestaltet ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird eine Positioniervorrichtung zum Positionieren eines Positionierobjekts (9) zumindest zweidimensional entlang einer x-Achse und einer y-Achse vorgeschlagen, wobei zum

5 Verstellen entlang der x-Achse ein entlang der x-Achse verschiebbar gelagerter Schlitten (5) vorgesehen ist, an dem eine sich entlang der y-Achse erstreckende Halterung (6) angebracht ist. Auf dieser Halterung (6) ist ein weiterer Schlitten (7) verschiebbar gelagert, an dem das zu positionierende Positionierobjekt (9) anzubringen ist. Sowohl der Schlitten (5) der x-Achse als auch der Schlitten (7) der y-Achse werden über einen Bandantrieb (11-18;

10 21-40) betrieben, welcher jeweils computergestützt angesteuert werden kann. Die Führung der Bänder (12; 22) der beiden Bandantriebe ist dabei derart, dass sich ein Verschieben entlang der x-Achse nicht auf die Position des Positionierobjekts entlang der y-Achse auswirkt.

15 (Fig. 1)

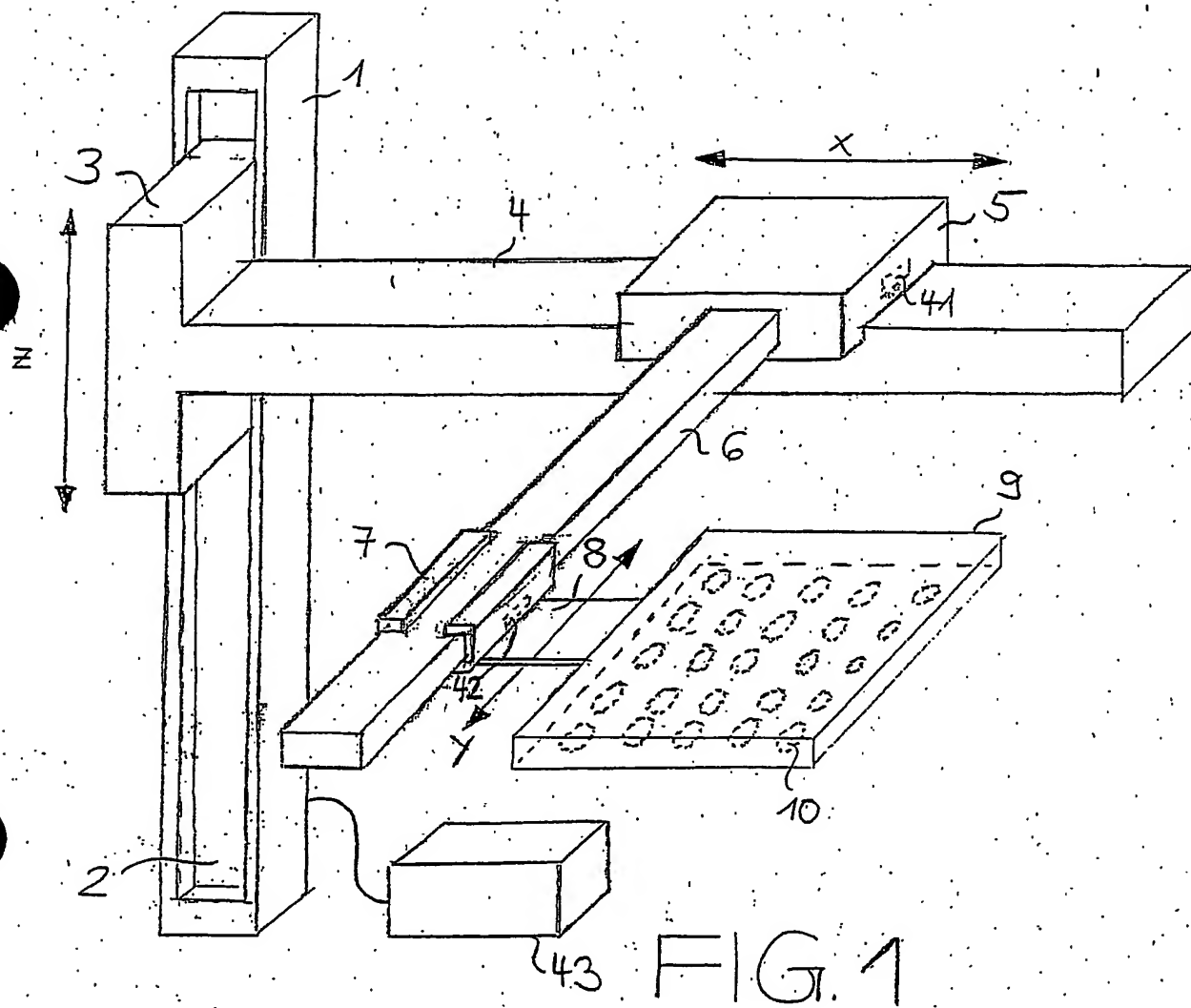
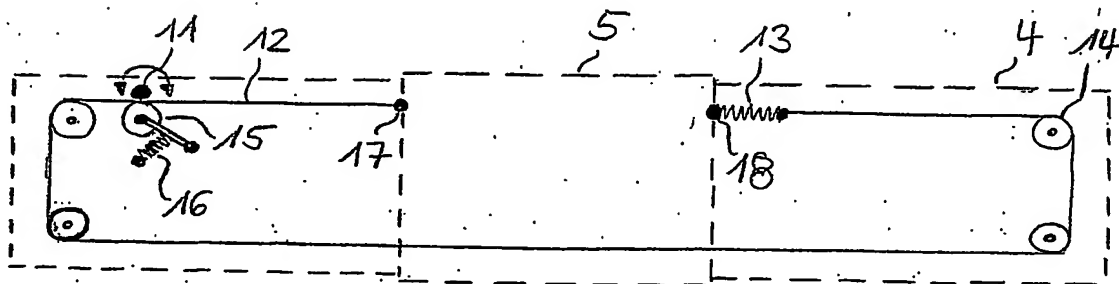
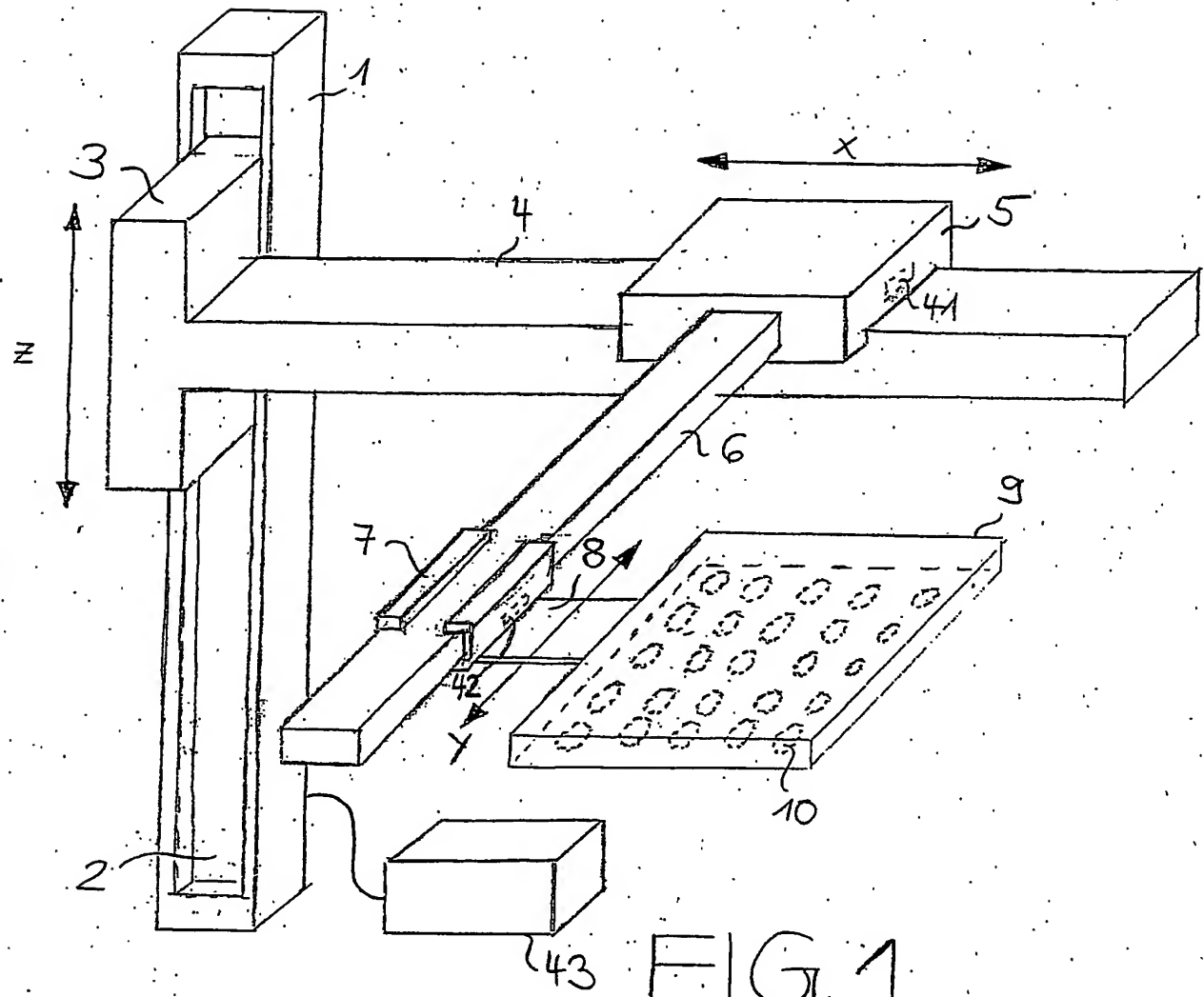


FIG. 1



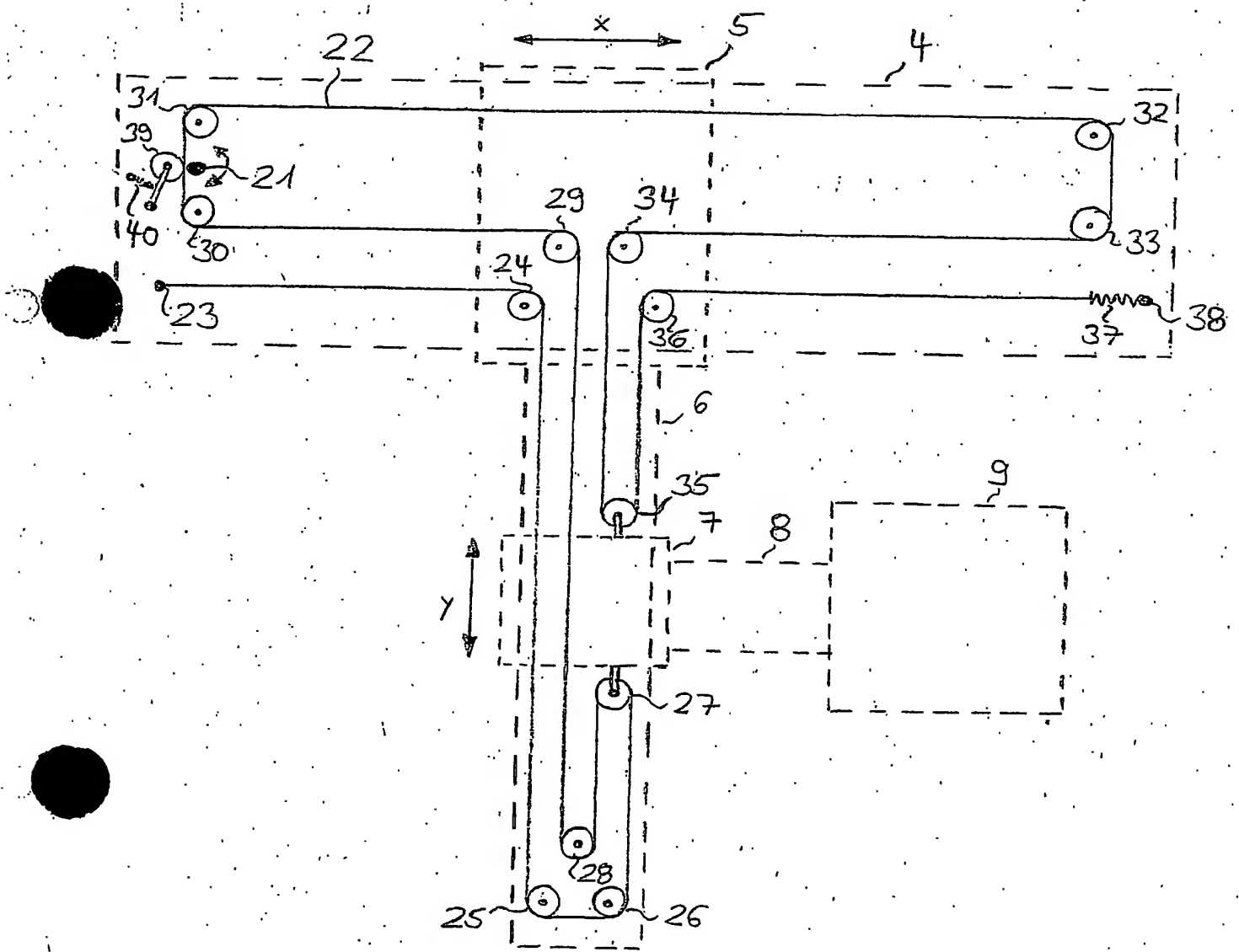


FIG.3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.